

## PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PATI SECARA AEROB MENGUNAKAN MIKROBA DEGRA SIMBA

Martia Siti Akhrruliawati dan Shofiyatul Amal  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang  
Jl. Prof. Soedarto - 50239 Semarang, Telp./Fax. 024-7460058  
Email: [platonicleve86@yahoo.com](mailto:platonicleve86@yahoo.com), [so\\_lonk@yahoo.co.id](mailto:so_lonk@yahoo.co.id)

### Abstrak

*Pembuangan air limbah ke badan air dengan kandungan beban COD dan BOD melebihi 200 mg/l menyebabkan turunnya jumlah oksigen dalam air. Limbah cair industri pati atau tapioka yang akan dibuang ke lingkungan mengandung COD sangat tinggi, yaitu sekitar 7000-30000 ppm. Pengolahan limbah secara anaerob dapat dilakukan untuk menurunkan COD yang tinggi, sedangkan pengolahan secara aerob dilakukan setelah nilai COD kurang dari 1500 ppm untuk mempersingkat waktu pengolahan. Mikroba Degra Simba dapat digunakan untuk mengefektifkan pengolahan limbah secara aerob sehingga keluaran limbah dapat memenuhi baku mutu lingkungan dan tentunya dalam waktu yang relatif lebih singkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Degra Simba yang ditambahkan terhadap COD limbah dan mengetahui pengaruh waktu terhadap kecepatan peruraian bahan organik. Variabel tetap yang digunakan adalah pH 7, laju alir 0.5 ml/detik, dan jenis mikroba Degra Simba. Sedangkan variabel yang diubah adalah konsentrasi mikroba Degra Simba dan waktu tinggal. Penelitian ini dilakukan secara aerob dalam skala laboratorium. Dalam penelitian ini, indikator pencemaran air yang diukur adalah COD. Metode analisa yang digunakan adalah titrasi permanganometri untuk mengetahui kadar zat organik yang terkandung dalam limbah. Dari data hasil penelitian, diketahui bahwa semakin lama waktu operasi maka semakin besar penurunan konsentrasi COD dan semakin besar konsentrasi Degra Simba untuk mengolah limbah maka semakin besar pula penurunan konsentrasi COD. Penurunan konsentrasi COD terbesar pada waktu tinggal 8 jam untuk konsentrasi Degra Simba 0.42%, yaitu sebesar 71.36%.*

**Kata kunci :** Degra Simba, limbah cair tapioka, pengolahan aerob, COD

### Abstract

*The exile of waste water that contains more than 200 mg/l of COD and BOD causes minimum oxygen in water. Tapioca liquid waste that will be thrown into the environment contains 7000-30000 ppm of COD. The anaerobic treatment is used to reduce the high COD level. Meanwhile, the aerobic treatment is used when the COD level has reached less than 1500 ppm to get shorter time of waste treatment. Degra Simba microorganism can be used in waste treatment process and make it more effective so that the waste outlet fulfills the environmental standard quality and of course, it will takes shorter time. The purpose of this research is to get to know how the concentration of Degra Simba can influence the COD level of waste also how time can influence the organic compound degradation rate. Variable selected as independent variables are pH 7, flow rate 0.5 ml/second, and type of microorganism is Degra Simba. While the dependent variables are concentration of Degra Simba and Hydraulic Retention Time (HRT). This research use aerobic system in laboratorium scale. COD is the indicator of water contaminant measured in this research. Permanganometric titration is used to find out the organic compound consisted in waste. The experimental data shows that longer HRT, higher Degra Simba concentration means lower COD level. The lowest COD level is reached when HRT is 8 hours for 0.42% Degra Simba which 71.36% of degradation.*

**Keywords :** Degra Simba, tapioca liquid waste, aerobic treatment, COD

## PENDAHULUAN

Pembuangan air limbah ke badan air dengan kandungan beban COD dan BOD melebihi 200 mg/l menyebabkan turunnya jumlah oksigen dalam air. Kondisi tersebut mempengaruhi kehidupan biota pada badan air terutama biota yang hidupnya tergantung pada oksigen terlarut di air. Hal tersebut mengakibatkan berkurangnya potensi yang dapat digali dari sumber daya alam badan air yang telah tercemar COD dan BOD. Pengolahan limbah secara anaerob dilakukan untuk menurunkan COD yang tinggi, sedangkan pengolahan secara aerob dilakukan setelah nilai COD kurang dari 1500 ppm untuk mempersingkat waktu pengolahan. Mikroba Degra Simba dapat digunakan untuk mengefektifkan pengolahan limbah secara aerob sehingga keluaran limbah dapat memenuhi baku mutu lingkungan dan tentunya dalam waktu yang relatif lebih singkat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Degra Simba yang ditambahkan terhadap COD limbah dan mengetahui pengaruh waktu terhadap kecepatan peruraian bahan organik.

Proses produksi pembuatan tepung tapioka membutuhkan air yang sangat banyak untuk memisahkan pati dari serat, sehingga buangan (limbah cair) yang dihasilkan oleh pabrik tapioka cukup besar yaitu 40-60 m<sup>3</sup> per ton tapioka yang diproduksi. Limbah cair itu banyak mengandung bahan organik yang cukup tinggi.

Kualitas limbah cair pati adalah sebagai berikut:

BOD (Biological Oxygen Demand)	: 3000 - 7500 mg/l
COD (Chemical Oxygen Demand)	: 7000 - 30000 mg/l
pH	: 4.0 - 6.5
padatan tersuspensi	: 1500 -5000 mg/l

(Laporan Penelitian BPPI Semarang)

Ditinjau dari kandungan bahan yang ada di dalamnya, air buangan ada yang bersifat biodegradable yaitu buangan yang secara alami dapat atau mudah diurai oleh jasad renik (mikroba). Karena adanya aktivitas mikroba yang tidak terkontrol maka akan menyebabkan komposisi bahan organik di dalam limbah pati ini menimbulkan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan. Namun apabila sistem peruraian secara biologi ini dikendalikan pada kondisi yang tepat serta dikelola dengan baik justru merupakan cara yang tepat untuk pengolahan air buangan.

Alternatif solusi pengolahan limbah cair tapioka yaitu dengan menggunakan teknologi Degra Simba. Degra Simba adalah kultur jaringan campuran mikroorganisme probiotik dengan kandungan sebagai berikut:

- Lactobacillus berperan dalam proses pemecahan glukosa, asam amino, asam lemak suatu senyawa organik yang terlarut dalam limbah organik
- Sacharomyces berperan dalam proses peragian sehingga bahan organik lebih cepat membusuk.
- Acetobacter berperan dalam proses pembusukan, juga menghilangkan bau, mengendalikan mikroba patogen karena bakteri ini menghasilkan antibiotik.
- Bacilus menghasilkan antibiotik.

Selama ini, Degra Simba telah dimanfaatkan untuk pengolahan limbah farmasi yang hasilnya dapat menurunkan kadar COD dan BOD hingga 40% dan untuk penanganan limbah karet yang sampai saat ini masih dalam penelitian.

Dalam aplikasinya, pada limbah organik akan terjadi proses regenerasi terus menerus sehingga dapat meningkatkan proses dekomposisi atau biokonversi. Proses biologi dapat berlangsung secara aerobik (membutuhkan oksigen) maupun dengan cara anaerobik (tanpa membutuhkan oksigen). Pada sistem aerobik, diperlukan aerator sebagai

penyuplai udara /oksigen ke dalam limbah cair. Jika bakteri hanya berasal dari limbah maka yang tumbuh bermacam-macam jenis bakteri dari mulai yang bersifat patogen maupun probiotik. Dalam kondisi semacam ini maka proses hanya dapat berlangsung secara aerobik karena diperlukan hembusan oksigen untuk melipatgandakan jumlah bakteri yang ada. Berbeda jika menggunakan Degra Simba, dimana hanya bakteri probiotik yang disuplai ke dalam limbah cair, maka proses dapat berlangsung secara aerobik maupun anaerobik. Penggunaan Degra Simba menjadikan proses pengolahan limbah menjadi lebih fleksibel dan berlangsung lebih cepat. Proses secara biologi minimal berlangsung selama 1 hari (24 jam) dan maksimal 7 hari. Di luar interval waktu tersebut, pengolahan secara biologi tidak efektif.

Sulfur, pospat dan nitrogen dalam limbah cair merupakan nutrisi bagi bakteri/mikroba. Ketiga bahan ini hanya dimakan secukupnya oleh bakteri. Pada proses biologi tanpa Degra Simba maka ketiga bahan tersebut akan tersisa dalam limbah cair yang pada akhirnya menjadi lumpur (sludge). Jika proses ini terus berlangsung lama maka pada bak pengolahan limbah akan terjadi pendangkalan yang disebabkan oleh lumpur tersebut. Penggunaan Degra Simba akan dapat mengatasi masalah ini karena mikroba probiotik dalam Degra Simba tidak hanya memakan limbah organik akan tetapi juga melepaskan beberapa macam enzim yang berfungsi untuk mengurai nitrit, lemak dan selulosa menjadi air dan gas karbon dioksida (<http://www.google.co.id>).

Karena mikroba yang dipakai adalah kelompok zimogenik maka bau busuk dari limbah akan hilang, serta akan menurunkan kandungan BOD, COD,  $\text{NH}_3$ , kandungan logam berat, zat padat tersuspensi, menetralkan pH.

Keterangan berikut menjelaskan tentang spesifikasi Degra Simba.

Tabel 1. Tabel Spesifikasi Umum Degra Simba

No	Jenis analisa	Hasil
1.	Jenis mikroba utama	<i>Bacillus, Acetobacter, Saccharomyces</i>
2.	Toksisitas pada tikus	Diberikan sebagai air minum pada konsentrasi 10% tidak menyebabkan kematian
3.	Toksisitas akut pada ikan	Pada konsentrasi 5000 ppm tidak menyebabkan kematian
4.	pH	4-5
5.	Aroma	Laktoasetat
6.	Tanggal kadaluwarsa	1 tahun sejak pembuatan

Sumber : Sertifikat Analisis PPAU Ilmu Hayati LP-ITB

Tabel 2. Tabel Kandungan Kimiawi dari Degra Simba

Laporan Hasil Analisa

Parameter	Satuan	Hasil	Metode
Nitrogen	% WT	0.87	AOAC ed 10 1965
$\text{P}_2\text{O}_5$	% WT	0.01	AOAC ed 16 1995
$\text{K}_2\text{O}$	% WT	0.19	AOAC ed 16 1995
Ca	% WT	0.05	AOAC ed 16 1995
Mg	% WT	0.02	AOAC ed 16 1995
Chloride	% WT	87.21	AOAC ed 16 1995
Fe	ppm	66.67	AOAC ed 16 1995
S	ppm	22.97	AOAC ed 10 1995
Na	ppm	<0.2	AOAC ed 10 1995
Mo	ppm	0.03	AOAC ed 10 1995
B	% WT	$237 \times 10^6$	AOAC ed 10 1995

Jenis bakteri : <i>Bacillus</i>	Jumlah/ml	$362 \times 10^4$	TPC
<i>Ragi</i>	Jumlah/ml	$108 \times 10^6$	Counting Chamber
<i>Azetobacter</i>	Jumlah/ml	$213 \times 10^5$	TPC
<i>Lactobacillus</i>	Jumlah/ml	$415 \times 10^5$	TPC

Sumber : Laporan Hasil Analisa PT. Sucofindo

Penelitian yang dilakukan mempunyai maksud untuk mengaplikasikan Degra Simba untuk mengolah limbah cair tapioka dalam skala laboratorium. Tujuannya adalah untuk mengetahui kadar mikroba yang efektif dan mengetahui kecepatan peruraian bahan organik (COD) fungsi waktu.

## PELAKSANAAN PENELITIAN

### Bahan dan Alat

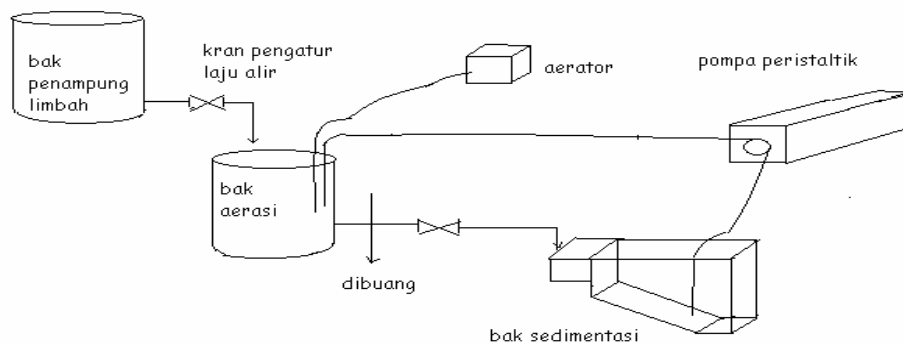
#### a. Bahan

- ☒ limbah cair pati
- ☒ Degra Simba
- ☒ reagen untuk COD
- ☒ botol COD
- ☒ aquades

#### b. Alat

- Rangkaian alat operasi pengolahan limbah dengan aerasi proses kontinyu
- Rangkaian alat titrasi permanganometri
- Rangkaian alat analisa MLSS

### Gambar Alat Utama



Gambar 1. Rangkaian Alat Operasi Pengolahan Limbah dengan Aerasi Proses Kontinyu

### Prosedur Penelitian

#### 1. Analisa pendahuluan

Analisa pendahuluan terhadap air limbah dilakukan sebelum reaktor di-run, untuk mengetahui kadar COD yang ada dalam air limbah. Kadar COD terukur adalah 801.6 ppm.

#### 2. Tahap aklimatisasi

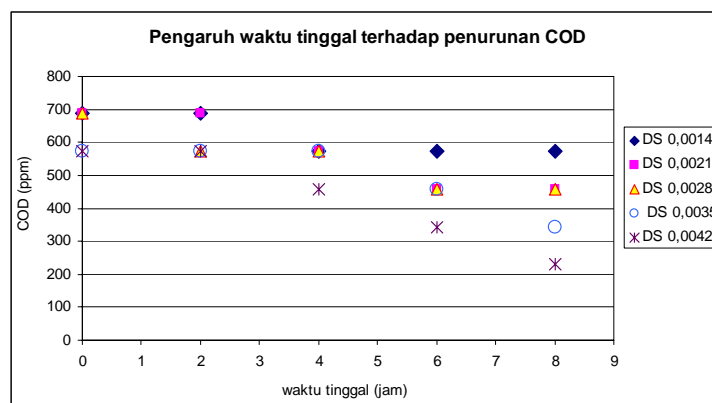
Merupakan tahap penyesuaian mikroorganisme yang akan digunakan untuk mendegradasi air limbah. Aklimatisasi dilakukan dengan cara mengaerasi lumpur aktif dengan MLSS 2000 mg/l selama 3 hari, kemudian adaptasi bakteri dalam lumpur aktif dengan pengkondisian diberi limbah dan nutrisi antara lain NPK dan SP18. Kemudian diberi aerasi selama 3 hari sehingga mikroorganisme dalam lumpur aktif siap digunakan untuk mendegradasi bahan-bahan organik dari air limbah.

3. Tahap operasional

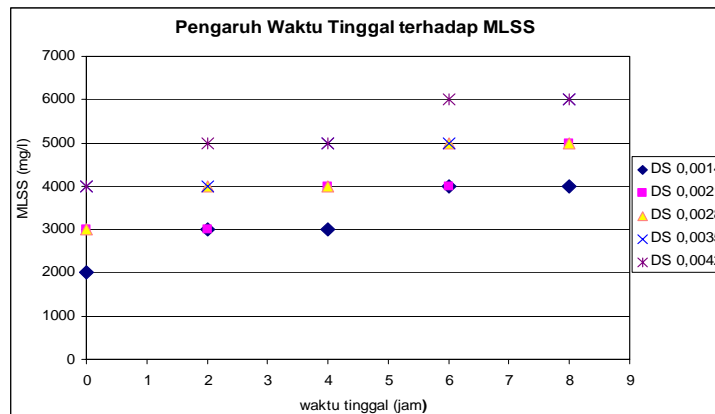
Setelah dilakukan aklimatisasi, air limbah dengan laju alir 0.5 ml/detik dimasukkan ke dalam bak aerasi. Keluaran dari bak aerasi ditampung dalam bak sedimentasi dengan waktu tinggal divariasi (0, 2, 4, 6, 8 jam). Air jernih hasil sedimentasi diambil 30 ml untuk dianalisa COD dengan metode titrasi permanganometri dan MLSSnya.

### HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi DS	Parameter yang dianalisa	Konsentrasi umpan limbah	Konsentrasi efluen teranalisa setelah waktu tinggal				
			0 jam	2 jam	4 jam	6 jam	8 jam
0.0014	COD (ppm)	801.6	687.2	687.2	572.8	572.8	572.8
	MLSS (mg/l)	-	2000	3000	3000	4000	4000
0.0021	COD (ppm)	801.6	687.2	687.2	572.8	458.4	458.4
	MLSS (mg/l)	-	3000	3000	4000	4000	5000
0.0028	COD (ppm)	801.6	687.2	572.8	572.8	458.4	458.4
	MLSS (mg/l)	-	3000	4000	4000	5000	5000
0.0035	COD (ppm)	801.6	572.8	572.8	572.8	458.4	344
	MLSS (mg/l)	-	4000	4000	5000	5000	6000
0.0042	COD (ppm)	801.6	572.8	572.8	458.4	344	229.6
	MLSS (mg/l)	-	4000	5000	5000	6000	6000



Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Penurunan COD



Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu Tinggal terhadap MLSS

Dari data hasil penelitian di atas, diketahui bahwa semakin lama waktu operasi maka semakin besar penurunan konsentrasi COD dan semakin besar konsentrasi Degra Simba untuk mengolah limbah maka semakin besar pula penurunan konsentrasi COD. Penurunan konsentrasi COD terbesar pada waktu tinggal 8 jam untuk konsentrasi Degra Simba 0.42%, yaitu sebesar 71.36%. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin besar konsentrasi Degra Simba yang ditambahkan menyebabkan semakin banyak pula zat organik yang terurai karena aktivitas mikroba sehingga kebutuhan oksigen untuk menguraikan zat-zat organik secara kimia (COD) menjadi berkurang. Selain itu, semakin lama waktu yang digunakan untuk menguraikan limbah maka semakin banyak pula zat-zat organik yang terurai seiring penambahan makanan. Hal ini terbukti dengan banyaknya peningkatan MLSS untuk variabel ini.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan :

1. Degra Simba dapat digunakan sebagai alternatif dalam pengolahan limbah cair tapioka.
2. Penurunan konsentrasi COD terbesar pada waktu tinggal 8 jam untuk konsentrasi Degra Simba 0.42%, yaitu sebesar 71.36%.

### Saran :

1. Sebaiknya dilakukan penelitian dengan waktu operasi yang lebih lama sehingga dapat diketahui lama fase eksponensialnya.
2. Sebaiknya dilakukan analisa COD dengan larutan bikromat sehingga hasilnya lebih akurat.
3. Sebaiknya dilakukan pula analisa kadar sianida dalam limbah sebelum dan sesudah masuk sistem pengolahan limbah sehingga dapat diketahui pengaruh Degra Simba terhadap zat organik dalam limbah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bp. Ir. Abdullah, MS. PhD. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Bp. Ir. Herry Santosa selaku koordinator penelitian, Bp. Ir. Indro Sumantri, M. Eng. selaku dosen pembimbing dan semua pihak yang membantu dalam pelaksanaan penelitian serta penyusunan makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Franson, Mary Ann, , 1989, "Standard Method for Water and Wastewater Examination", American Public Health Association.
2. Met Calf dan Eddy Inc., 1979, "Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse", McGraw Hill Series Water Resources and Environmental Engineering, New York: McGraw Hill Book Co.
3. PT. Rekayasa Sumber Daya Hayati, 2002 "Pengolahan Limbah dengan Degra Simba-Bioteknologi Hasil Penelitian Institut Teknologi Bandung", Banyumanik, Semarang.
4. R.A. Day, Jr., Underwood, 2001, "Analisis Kimia Kuantitatif", ed. 6, Penerbit Erlangga.
5. Sakti A. Siregar, 2005, "Instalasi Pengolahan Air Limbah", Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
6. Salman Alfarisy, Taufik Hidayat Alfarino, 2004, "Laporan Penelitian, Penanganan Limbah Cair Tapioka dengan Proses Lumpur Aktif", Universitas Diponegoro Semarang.
7. Sugiharto, 1987 "Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah", Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI Press).
8. Vogel, A.I. , 1959, "Text Book of Quantitative Inorganic Analysis".
9. <http://www.google.co.id>